

Martin Engelen/Jens Homann (Hrsg.)

Virtuelle Organisation und Neue Medien

Workshop GeNeMe99
Gemeinschaften in Neuen Medien

TU Dresden, 28./29.10.1999



JOSEF EUL VERLAG
Lohmar · Köln

Reihe: Telekommunikation @ Mediendienste · Band 6

Herausgegeben von Prof. Dr. Dr. h. c. Norbert Szyperski, Köln, Prof. Dr. Udo Winand, Kassel, Prof. Dr. Dietrich Seibt, Köln, Prof. Dr. Rainer Kuhlen, Konstanz, und Dr. Rudolf Pospischil, Brüssel

PD Dr.-Ing. habil. Martin Engelen
Dipl.-Inform. (FH) Jens Homann (Hrsg.)

Virtuelle Organisation und Neue Medien

Workshop GeNeMe99
Gemeinschaften in Neuen Medien

TU Dresden, 28./29.10.1999



JOSEF EUL VERLAG
Lohmar · Köln

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

GeNeMe <1999 Dresden> :

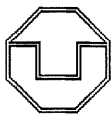
GeNeMe 99 : Gemeinschaften in neuen Medien ; Dresden,
28./29.10.1999, an der Fakultät Informatik der Technischen
Universität Dresden / Technische Universität Dresden, Fakultät
Informatik, Institut für Informationssysteme, Forschungsgruppe
"Entwurfsmethoden und Werkzeuge für Anwendungssysteme".
Martin Engelen ; Jens Homann (Hrsg.). – Lohmar ; Köln : Eul,
1999

(Reihe: Telekommunikation @ Mediendienste ; Bd. 6)
ISBN 3-89012-710-X

© 1999

Josef Eul Verlag GmbH
Brandsberg 6
53797 Lohmar
Tel.: 0 22 05 / 91 08 91
Fax: 0 22 05 / 91 08 92
<http://www.eul-verlag.de>
eul.verlag.gmbh@t-online.de
Alle Rechte vorbehalten
Printed in Germany
Druck: Rosch-Buch, Scheßlitz

**Gedruckt auf säurefreiem, 100% chlorfrei gebleichtem,
alterungsbeständigem Papier nach DIN 6738**



Technische Universität Dresden

Fakultät Informatik • Institut für Informationssysteme

Forschungsgruppe „Entwurfsmethoden und Werkzeuge für Anwendungssysteme“

PD Dr.-Ing. habil. Martin Engelen
Dipl.-Inform. (FH) Jens Homann
(Hrsg.)

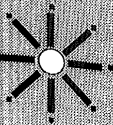
Dresden, 28./29.10.1999

GENEME99

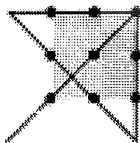
Gemeinschaften in Neuen Medien

*Workshop zu Organisation, Kooperation und Kommunikation
auf der Basis innovativer Technologien*

Forum für den Dialog zwischen Wissenschaft und Praxis



an der
Fakultät Informatik der Technischen Universität Dresden



Gefördert von der Klaus Tschira Stiftung,
gemeinnützige Gesellschaft mit beschränkter Haftung

sowie unter Mitwirkung der
GI-Regionalgruppe Dresden

am 28./29.10.1999
in Dresden

A. Einführung

Gemeinschaften in Neuen Medien - Quality of Service aus der Sicht von Nutzer, Betreiber und Service Provider

*Dr.-Ing. habil. Walter Pretzsch
Globana Teleport GmbH, Leipzig
Dipl.-Inf. Detlef Neumann
Technische Universität Dresden*

0. Zusammenfassung

Virtuelle Gemeinschaften treten in den letzten Jahren mehr und mehr aus dem konzeptionellen „Dasein“ in die reale Welt ein und haben gute Chancen, ein Bestandteil unserer Gesellschaft zu werden. Triebkräfte dieser Entwicklung sind einerseits der Bedürfnisdruck von Wirtschaftsunternehmen, im nationalen sowie internationalen Wettbewerb zu bestehen, und andererseits die Potentiale moderner Informations- und Kommunikationstechnologien. Die in den letzten Jahren in Verbindung mit der Liberalisierung des Telekommunikationsmarktes einsetzende Differenzierung der Partner im IuK-Markt führte z.T. zu neuen Kategorien von Handelnden, wie Nutzer, Netzbetreiber (Carrier), Broker, Service Provider u.ä.

Die Globana Teleport GmbH versteht sich als ein solcher Service Provider. In Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe „Entwurfsmethoden und Werkzeuge für Anwendungssysteme“ (EMW) am Institut für Informationssysteme der Fakultät Informatik der Technischen Universität Dresden wurde ein Entwicklungsthema, gefördert durch das Land Sachsen, abgeschlossen, das die Gestaltung einer „Steuersoftware für die Unterstützung virtueller Unternehmenskooperation ...“ zum Inhalt hatte.

Das nunmehr vorliegende Produkt „Plattform für Virtuelle Unternehmen Globana“ (PVU- Globana) erfüllt in seiner Version 1 wesentliche Funktionen zur Bildung einer virtuellen Gemeinschaft sowie zur Errichtung und zum Betreiben virtueller Unternehmen. Als innovativer Anbieter von komplexen IuK-Dienstleistungen ist es der Globana Teleport GmbH somit möglich, ihr Dienstleistungsportfolio um eine wesentliche Komponente zu erweitern. Dabei besteht Klarheit darüber, daß die von uns gestaltete Lösung nur eine Möglichkeit zur Bildung virtueller Gemeinschaften ist.

Schwerpunkt der weiterführenden Arbeiten ist die Sicherung eines hohen Levels des *Quality of Service*, um die Attraktivität und Nutzbarkeit dieses komplexen Dienstes „Virtuelles Unternehmen“ zu gewährleisten. Ausgehend von der These, daß sich neue IuK-Dienste beim Nutzer nur durchsetzen, d.h. in Anspruch genommen werden, wenn die Befriedigung seiner IuK-Bedürfnisse in hoher Qualität zu akzeptablen Kosten möglich ist, steht die Auseinandersetzung mit diesen Fragen im Mittelpunkt unserer gegenwärtigen Arbeiten. Die seit Jahren laufenden Arbeiten zur Standardisierung von Qualitäts- und Leistungsmaßen in Kommunikationssystemen, bekannt unter den Schlüsselbegriffen, wie „Quality of Service“, „Network Performance“, „Service Level Agreement“, „Grade of Service“ usw., stellen somit den Ansatzpunkt für die Gestaltung von IuK-Lösungen dar.

Nach einer Vorstellung der wesentlichen Eigenschaften der PVU-Globana verfolgt dieser Beitrag das Ziel, den Leser für die Problematik der Qualität von Dienstleistungen zu sensibilisieren. Anstelle fertiger Lösungen werden ausgehend von ausgewählten Aspekten gegenwärtiger Standards für Quality of Service (QoS) die Notwendigkeit sowie mögliche Lösungsansätze für die Entwicklung eines konsistenten, praxistauglichen QoS-Konzeptes aufgezeigt.

1 Einführung

Die Lösung einer Forschungs- und Entwicklungsaufgabe, wie die Entwicklung einer Steuersoftware zur Unterstützung der virtuellen Unternehmenskooperation ist von einem Wirtschaftsunternehmen allein nur schwer zu bewältigen. Aus diesem Grund suchte die Globana Teleport nach einem geeigneten Partner im universitären Bereich. Nach einjähriger gemeinsamer Arbeit kann festgestellt werden, daß die Kooperation zwischen der Forschungsgruppe EMW der Technischen Universität Dresden und der Globana Teleport GmbH Leipzig erfolgreich verlaufen ist.

2 Die Partner

2.1 Forschungsgruppe „Entwurfsmethoden und Werkzeuge für Anwendungssysteme“

Die Forschungsgruppe Entwurfsmethoden und Werkzeuge für Anwendungssysteme (EMW) ist Initiator und über ihre Mitglieder wesentlicher Träger der Workshops „Gemeinschaften in Neuen Medien“. Sie gehört dem Institut für Informationssysteme der TU Dresden an und wird von PD Dr. Engelen geleitet. Zu den Erkenntnisobjekten der Forschungsgruppe gehören ingenieurwissenschaftliche Methoden und sie

unterstützende Werkzeuge zur Entwicklung von Informationssystemen. Die gewonnenen Erkenntnisse werden im Rahmen praktischer Anwendungen (Industrie- und Förderprojekte) in der Praxis validiert. Als Anwendungsdomäne (Erfahrungsobjekt) wurden innovative Arbeits- und Unternehmenskonzepte gewählt, wobei den virtuellen Gemeinschaften sowie Plattformen für deren Unterstützung eine besondere Bedeutung zukommt. Bei der Realisierung von Industrieprojekten kommen moderne Technologien und Entwicklungsumgebungen zum Einsatz (vgl. Abbildung 1).

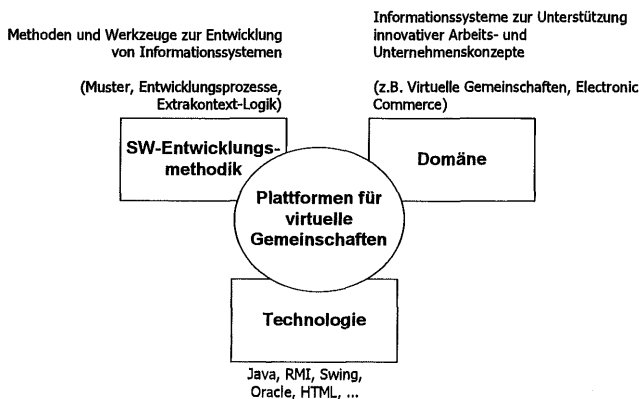


Abbildung 1: Kompetenzspektrum der Forschungsgruppe EMW

Die Forschungsgruppe EMW setzt sich aus Habilitanden, Doktoranden, Absolventen der Informatik sowie engagierten Studenten zusammen, deren Kompetenzspektrum von der Konzeption bzw. Analyse von Plattformen für virtuelle Gemeinschaften bis hin zu deren Realisierung mit *state-of-the-art*-Technologien reicht und sich in der erfolgreichen Entwicklung von Referenzanwendungen niederschlägt. So wurde vor kurzem eine internetbasierte Börse für Milchprodukte (www.milchwelt.de) realisiert. In den letzten Wochen wurde die erste Version einer Plattform für virtuelle Unternehmen in Kooperation mit der Globana Teleport GmbH fertiggestellt.

2.2 Globana Teleport GmbH

Die Globana Teleport GmbH wurde 1997 als Mitglied der Globana Unternehmensgruppe gegründet. Kern der Geschäftstätigkeit der Globana Teleport ist die Konzipierung, die Implementation und das Betreiben von Teleports in großen Büroimmobilien. Den Mietern einer solchen Geschäftsimmobilie werden folgende Dienstleistungen angeboten:

Teleport-Dienste:

- Telekommunikations-Dienste wie ISDN-Telekommunikation einschließlich ISDN - und DECT-Endgeräten, Faxdienste, Breitband-Datenübertragung;
- Internet-Services wie breitbandiger Internetzugang, E-Mail, Internet-Homepage-Design, E-Commerce-Support;
- PC-Service wie PC-Netzwerke, Standardsoftware, VPN, Drucker, Backup-Service sowie "finger-trouble-service" vor Ort;
- Consulting-Dienste wie Kommunikationsanalysen, Netz- und System-Konzepte, Produktbewertung und Personalleasing;
- Planungs-Dienste wie System-, Integrations- und Ausführungsplanung, Bauleitung, Bau und Montage sowie Inbetriebnahme von individuellen Netzwerklösungen;
- Support-Dienste wie Wartung und Pflege von Netzwerken in vereinbarten Servicestufen;

Weiterhin werden Office- und Facility-Dienste angeboten.

Die Globana Teleport arbeitet unabhängig von Produktbindungen an T- und E-Konzerne mit den jeweils besten Produkten und Diensten des Marktes. Als Großkunde kann die Globana Teleport Rabatte an ihre Kunden weitergeben. Weitere Nutzeffekte für unsere Kunden sind:

- Deutliche Senkung der Kommunikationsgebühren;
- Erweiterung der Kommunikationsmöglichkeiten der Unternehmen;
- Senkung der Ausfallzeiten der Unternehmensnetze und der IT-Systeme;
- Drastische Senkung des im IT- Bereich gebundenen Kapitals;
- Flexibilität bei der Umorganisation des Unternehmens, bei der Einrichtung von Tele-Arbeitsplätzen und der standortübergreifenden Vernetzung.

Die Einrichtung von Teleports führt für den Immobilieneigner zu einer Erhöhung des Mehrwertes der Immobilie. Für die Mieter ergeben sich in Abhängigkeit von der Größe des Unternehmens Einsparungen bei den laufenden Betriebskosten von ca. 5,- bis 10,- DM/m² - Nutzfläche oder ca. 200,- DM/Arbeitsplatz monatlich gegenüber einer Standardimmobilie.

Gegenwärtig werden von der Globana Teleport GmbH drei Teleports betrieben. Der Aufbau eines Teleport-Netzes mit ca. 70 Teleports in Deutschland ist für die nächsten 5 Jahre vorgesehen. Hier ergeben sich für die Nutzer der Teleports weitere Effizienz- und Effektivitätspotentiale für die unternehmensinternen Informations- und Kommunikationsprozesse.

Die Globana Teleport versteht sich als ein innovatives Dienstleistungsunternehmen, das die Entwicklungen auf dem Gebiet der IuK-Technologien nicht nur passiv reflektiert,

sondern eigene Forschungs- und Entwicklungsarbeit an ausgewählten Produktideen betreibt.

Neben der Entwicklung der Steuersoftware für Virtuelle Unternehmen wird in Zusammenarbeit mit dem Institut für Technische Akustik der Technischen Universität Dresden eine Sprachausgabe von E-Mails auf Telefonbasis entworfen. Ein weiteres Forschungsprojekt beschäftigt sich mit dem Design eines Mikrorelais für den Aufbau elektronischer, programmgesteuerter Patchfelder. In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Siliziumtechnologie wird gegenwärtig der Prototyp eines solchen Mikrorelais als Demonstrator gebaut.

3 Virtuelle Unternehmen

3.1 Definition

In der Literatur (siehe z.B. /1/) wird ein virtuelles Unternehmen (VU) wie folgt definiert: *„Ein VU ist eine Kooperationsform rechtlich unabhängiger Unternehmen, Institutionen und/oder Einzelpersonen (im folgenden als Marktteilnehmer bezeichnet), die eine Leistung auf der Basis eines gemeinsamen Geschäftsverständnisses erbringen. Die kooperierenden Einheiten beteiligen sich vorrangig mit Ihren Kernkompetenzen und wirken bei der Leistungserstellung gegenüber Dritten als ein einheitliches Unternehmen. Dabei wird auf die Institutionalisierung zentraler Managementfunktionen zur Gestaltung, Lenkung und Weiterentwicklung des VU weitgehend verzichtet und der notwendige Koordinierungs- und Abstimmungsbedarf durch geeignete Informations- und Kommunikationstools unterstützt und vereinfacht. Das VU ist mit einer Mission verbunden und endet mit dieser.“*

Dabei ist es denkbar, daß einzelne VU-Teilnehmer später in die Bearbeitung des konkreten Projektes eintreten oder nach Beendigung ihrer Tätigkeit früher wieder das VU verlassen.

Ein wesentliches Ziel virtueller Unternehmen ist die agile Produktion im Sinne von Goldmann/Nagel/Preiss (siehe /30/) durch Kombination der Vorteile großer (Finanzkraft, Kompetenzspektrum, Kundenstamm, Kapazitäten) und kleiner Unternehmen (Führbarkeit, Flexibilität, Kundennähe).

3.2 Struktur virtueller Unternehmen und Rollen

Grundlage für die rasche Bildung von virtuellen Unternehmen ist eine Gemeinschaft kooperationswilliger Marktteilnehmer. Zwischen den Mitgliedern dieser Gemeinschaft bestehen zunächst nur informelle und informatorische Beziehungen. Wird eine

Marktchance identifiziert bzw. ein Projekt begonnen, so bilden sich aus dieser Gemeinschaft heraus dynamische Unternehmensnetzwerke, die als virtuelle Unternehmen bezeichnet werden. Solche virtuellen Unternehmen können nun ihrerseits als eigenständige, individuelle Marktteilnehmer auftreten. Durch eine längerfristige Kooperation wird es den individuellen Teilnehmern der VU möglich, mit Hilfe der virtuellen Unternehmung Wettbewerbsvorteile – z.B. in einem größeren Kompetenzspektrum bzw. durch eine bessere Kapazitätsauslastung – zu erlangen.

Reale Unternehmen können im Kontext virtueller Organisationen Mitglied in ein oder mehreren Unternehmensnetzwerken unterschiedlicher Mission sein.

Zur Koordination der Arbeiten innerhalb einer virtuellen Unternehmung wird ein Broker bestimmt. Dieser übernimmt Managementaufgaben innerhalb der VU: z.B. Kundenakquisition, Regelung juristischer bzw. finanzieller Belange. Die Koordination der eigentlichen Arbeit innerhalb des Projektes übernimmt ein Lead Adviser. Er ist für das Projektmanagement sowie für operative Aufgaben zuständig.

Neben den (persönlichen) Austauschbeziehungen zwischen den Marktteilnehmern kommt einer geeigneten informationstechnischen Unterstützung eine hohe Bedeutung zu. Dabei werden eine Reihe von Anforderungen an eine derartige Unterstützung gestellt:

- Grundlage einer IT-Unterstützung ist eine Vernetzungsinfrastruktur, auf die ein großes Spektrum an Marktteilnehmern zugreifen kann. Ein solches technisches Hilfsmittel wird als Medium betrachtet, mit dessen Hilfe die Marktakteure kommunizieren.
- Ein Kommunikationsmedium muß in der Lage sein, heterogene IT-Architekturen miteinander zu koppeln.
- Das Medium muß eine Menge an Tools bzw. Funktionalität anbieten, die den Lebenszyklus virtueller Unternehmen (Informationsphase, Vereinbarungsphase, Operative Phase, Auflösung bzw. Reorganisation) und deren Geschäftsprozesse unterstützen.
- Dem Missionscharakter virtueller Unternehmen wird durch die Fähigkeit des Mediums Rechnung getragen, die Kommunikationsbeziehungen zwischen den Kooperationspartnern schnell auf- bzw. abzubauen.

Gerade für kleine und mittelständische Unternehmen erscheint die Schaffung einer internetbasierten Plattform für virtuelle Unternehmen als geeignet.

3.3 PVU-Globana

Im Rahmen einer Kooperation zwischen der Globana Teleport GmbH und der Forschungsgruppe EMW entstand eine Plattform für virtuelle Unternehmen. Mit dieser Plattform wird versucht, die Anforderungen an eine IT-Unterstützung von virtuellen Organisationen zu erfüllen:

- Die PVU-Globana ist ein internetbasiertes Informationssystem. Durch Anwendung plattformunabhängiger Implementationstechnologien (vor allem Java) besteht keine bzw. nur eine sehr geringe Zugangsbarriere für einzelne Marktteilnehmer.
- Das Informationssystem bietet eine Reihe von Tools in den vier Kategorien Informations-tools, Kommunikationstools, Prozeßunterstützende Tools und Communitytools an. Dazu gehören z.B. Kompetenzdatenbanken, Datenbanken für Leistungsgesuche, Suchmaschine, Chat, Bulletin Board, *project spaces* als virtuelle Kommunikations- und Aktionsräume sowie eine rudimentäre Prozeßunterstützung (siehe Abbildung 2). Diese Tools werden in den unterschiedlichen Lebenszyklen einer VU verwendet.

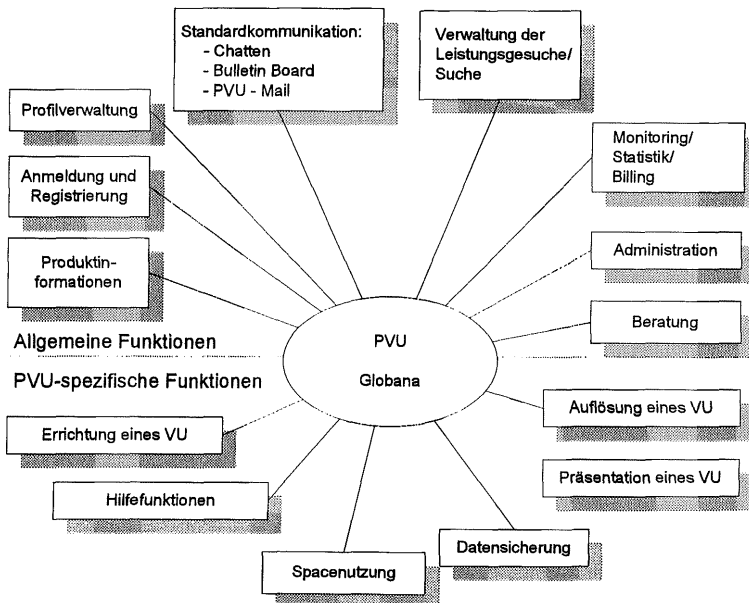


Abbildung 2: Funktionen der PVU-Globana

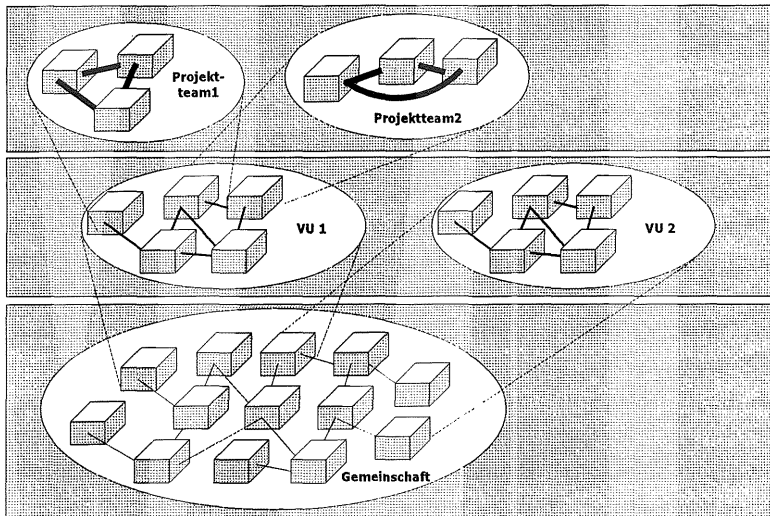


Abbildung 3: Struktur virtueller Unternehmen im Kontext der PVU-Globana

- Abbildung 3 zeigt die grundlegende Architektur von virtuellen Organisationen im Kontext der PVU-Globana. Die Gemeinschaft stellt dabei die Menge der am Informationssystem registrierten Marktakteure dar. Im Falle eines Auftrages bzw. der Identifikation einer Marktchance können sich einzelne Mitglieder dieser Gemeinschaft zu einer virtuellen Unternehmung zusammenschließen, um das entsprechende Projekt zu bearbeiten. Soll die Zusammenarbeit über die Dauer eines Projektes hinaus gehen, besteht für die VU die Möglichkeit, durch Angabe eines eigenen VU-Profiles als individueller Marktteilnehmer aufzutreten. Erhält eine solche virtuelle Unternehmung einen Auftrag, so können aus dieser Projektteams gebildet werden, die diesen konkreten Auftrag bearbeiten. Es entsteht eine Dreistufigkeit der Organisation von Unternehmensnetzwerken.

Die PVU Globana ist ein Client-Server-System mit einer Dreischichten-Architektur (siehe /20/). Neben einem zentralen Server, der u.a. den Zugriff zur Datenbank und zur Verzeichnisstruktur der PVU gewährleistet, steht dem Nutzer eine Client-Software zur Verfügung, die über das Internet mit dem Server kommunizieren (siehe Abbildung 4 und Abbildung 5).

Die PVU-Globana teilt ihre Benutzer in die Kategorien Betreiber, Administrator, Lead Adviser, Interessent, Nutzer und Mitglied ein. Jeder Kategorie werden bestimmte Funktionalität bzw. spezielle Aufgaben zugeordnet.

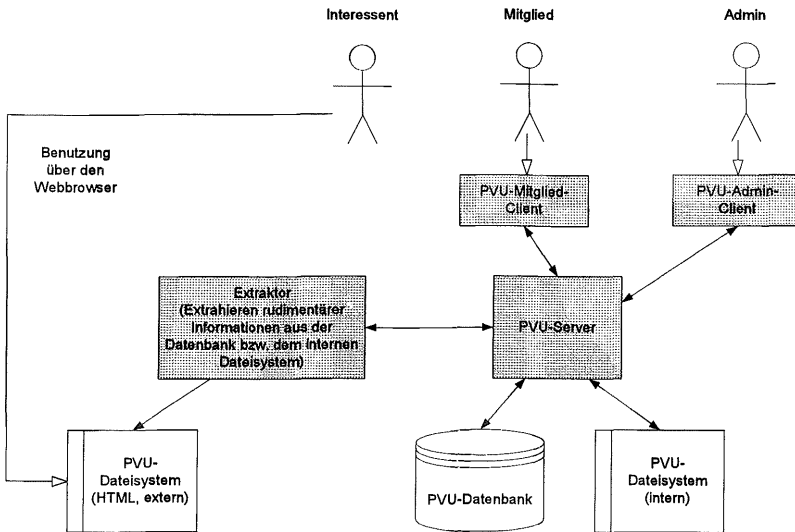


Abbildung 4: Architektur der PVU-Globana

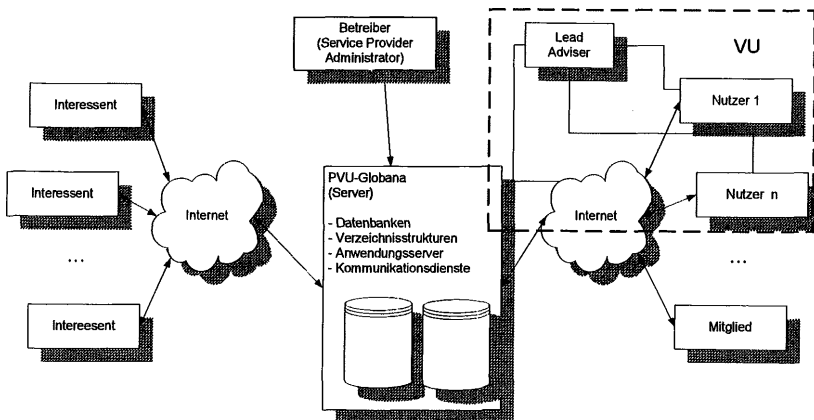


Abbildung 5: Partner der PVU-Globana

Die dargestellten Funktionalitäten gestatten es der Virtuellen Gemeinschaft der Globana Teleport GmbH, VU's zu bilden. Als Prototyp wird gegenwärtig ein VU betrieben.

4 Quality of Service

Ziel der Auseinandersetzung mit dem Komplex „Quality of Service“ ist der Wunsch nach einer in sich geschlossenen, homogenen, auf möglichst alle gegenwärtigen und zukünftigen Informationsverarbeitungs- und Kommunikationslösungen anwendbaren Methodik zur

- Beschreibung von Qualität und Leistung durch geeignete Parameter und Kenngrößen;
- Objektivierten Erfassung und Verarbeitung von Analyseergebnissen der Funktionsweise von Netz- und Systemkomponenten;
- Ableitung effektiver und effizienter Planungstools für die Gestaltung und Dimensionierung beliebig großer (oder kleiner) Netze und Systeme;
- Gestaltung effektiver und effizienter Managementmethoden für das Betreiben von IuK-Systemen und -Netzen;
- Entwicklung neuer Dienste und Anwendungen;
- Begründung von Tarifmodellen;
- Widerspiegelung von Qualitäts- und Leistungsempfindungen von Nutzern, Betreibern, Kunden und Service Providern.

Gegenwärtig gibt es *keine* Methodik, die diese Forderungen und Wünsche erfüllt. Die Ursachen für diesen Zustand sind vielfältiger Natur. Dazu zählen u.a.

1. Die Komplexität und Kompliziertheit von IuK-Systemen und -Netzen entziehen sich weitgehend einer detaillierten und umfassenden Beschreibung.
2. Die Entwicklungen auf den Gebieten Software und Hardware gehen so schnell voran, daß Standardisierungen in der Regel zeitlich später erscheinen.
3. Ein einheitlicher Rahmen (Philosophie) zur Beschreibung der Kategorien Qualität und Leistungen bezogen auf alle Aspekte der Informationsverarbeitung und Kommunikation existiert nicht.
4. Die gegenwärtige IuK-Welt ist gekennzeichnet durch einen andauernden Integrationsprozeß der klassischen Branchen Datenverarbeitung und Telekommunikation. Die technisch-technologischen Spezifika von Datenverarbeitung und Telekommunikation haben in der Vergangenheit zu verschiedenen Paradigmen zur Beschreibung ihrer Qualität und Leistungsfähigkeit geführt:

Telekommunikation: Netze und Netzknoten sind geprägt durch einen hohen Grad an Parallelität der einzelnen Komponenten (Kanäle, Ports, Koppelpunkte, Leitungen) zur Bedienung von Forderungen der Nutzer.

Methoden und Modelle zur Beschreibung der Qualität der Bedienung und Leistungsfähigkeit der Netzelemente (Nachrichtenverkehrstheorie) tragen diesen Verhältnissen Rechnung.

Datenverarbeitung: Bedienungseinheiten (PC, Server, Internetworking-komponenten) und Netze (LAN, hier insbesondere das weit verbreitete Ethernet) sind gekennzeichnet durch eine serielle Bedienung der Forderungen in einzelnen Bedienungseinheiten. Dies gilt sowohl für die Verarbeitung als auch für die Kommunikation. Dieser Umstand führte nicht nur zwangsläufig zu neuen Modellen der Beschreibung von Qualität und Leistung sondern auch zu einer anderen Betrachtungsweise der Vorgänge (Architekturmodelle der Kommunikation: OSI, SNA, TCP/IP,...).

Das Aufeinandertreffen dieser unterschiedlichen Welten in Form des Internet und der zunehmenden Komplexität der Anwendungen und Dienste (Virtuelle Unternehmen, Multimedia,...), erfordert die Schaffung neuer Konzepte zur Beschreibung von Qualität und Leistung als Grundlage für deren Gestaltung und Beeinflussung.

5. Das Qualitätsbewußtsein der "Player" (Nutzer, Kunde, Hersteller, Entwickler, Betreiber, Service Provider) ist heterogen weil prozeßspezifisch und hat nur an ausgewählten Stellen gemeinsame Schnittflächen.

Ausgehend von dieser Situation und dem Zwang als Dienstleister in einem sich rasant entwickelnden Markt bei den gebotenen Produkten und Dienstleistungen für den Kunden differenzierbare Akzente zu setzen, stellt die **Qualität** neben den Kosten die zentrale Herausforderung dar.

Es existieren bereits verschiedene Bemühungen, QoS-Aspekte zu standardisieren. Tabelle 1 zeigt die Standisierungsgruppierungen und die Bezugfelder der jeweiligen QoS-Standards:

Bezugsbereich ----- Gruppierung	Internet	TK-Netze	Öffentliche Datennetze	Informations- technologie
IETF	X			
ITU-T		X	X	X
ETSI	X	X		
ISO/IEC		X	X	X
IFIP	X		X	X

**Tabelle 1: QoS-Standards einzelner Standardisierungsgremien bezogen auf
Hauptanwendungsgebiete.**

Nachfolgend werden verschiedene Konzepte und wesentliche Zusammenhänge zur Beschreibung von Quality of Service stark komprimiert vorgestellt.

4.1 Quality of Service nach ITU-T Series E (Overall network operation, telephone service, service operation and human factors)

Ausgehend von /11/ gilt, daß Quality of Service (QoS) durch Parameter dargestellt wird, die

- unabhängig von Annahmen über die interne Netzgestaltung sind.
- in Ereignissen und Bedingungen, wie sie der Nutzer erlebt, und nicht durch ihre Ursachen im Netz dargestellt werden.
- in einer vom Netz unabhängigen allgemeinen Sprache, wie sie sowohl der Nutzer (User) und Anbieter (Provider) versteht, beschrieben werden.
- alle Aspekte eines Dienstes umfassen, die am Dienstzugangspunkt objektiv gemessen werden können.

Abbildung 6 zeigt das Modell der Qualitätskonzepte, wie es dem Standard ITU-T E.800 zugrunde liegt. Es gruppiert diese Qualitätskonzepte in zwei Kategorien. Während die Network Performance im wesentlichen die Leistungsfähigkeit des Netzwerkes beschreibt, bezeichnen die Merkmale des Quality of Service die vom Benutzer des vernetzten Systems wahrgenommene Qualität. Hierbei sind zwei unterschiedliche und gleichzeitig in Wechselwirkung stehende Sichtweisen zu beachten:

- Die *Sichtweise des Network Providers* orientiert sich an der Effizienz und Effektivität des Netzes. Für ihn ist die Network Performance (NP) – beschrieben durch geeignete Parameter – eine Kategorie, die Informationen zur Systementwicklung, Netzplanung, Betrieb und Instandhaltung liefert. Sie bestimmt darüber hinaus die QoS, die das Gesamtsystem (bestehend aus Informationssystem und Netzwerk) dem Nutzer anbieten kann. Beide Typen von Parametern, QoS und NP, werden benötigt, um Aussagen zu liefern, ob das Netz effektiv seine Nutzer bedient oder nicht.
- Aus der *Sicht des Nutzers* ist die wahrgenommene Qualität (hier als QoS bezeichnet) die Akzeptanz des Systems. Hierzu zählen die folgenden Aspekte:
 - *Service Support Performance* (Hilfeleistung für die Benutzung des Dienstes)
 - *Service Operability Performance* (Nutzbarkeit des Dienstes: In welchem Maße wird das Bedürfnis des Nutzers mit diesem Dienst befriedigt?)
 - *Service Accessibility Performance* (Zugang des Nutzers zum Dienst)
 - *Service Retainability Performance* (Erfolg und Wiederholbarkeit des Dienstes)

- *Service Integrity Performance* (Integrität des Dienstes: Anzahl und Dauer der Unterbrechungen während der Dienstbenutzung)
- *Service Security Performance* (Sicherheit des Dienstes, z.B. zur Wahrung des Fernmeldegeheimnisses)

Grundsätzlich sind drei Performance-Kriterien unterscheidbar und auf die drei Grundfunktionen der Kommunikation (Verbindungsaufbau[Access], Informationsaustausch zwischen den Nutzern und Verbindungsbeendigung [Release]) zu beziehen:

- *Speed* - beschreibt die Leistung der Funktionen
- *Accuracy* - Maß für die Richtigkeit der ausgeführten Funktionen
- *Dependability* - Maß für die Genauigkeit der ausgeführten Funktionen.

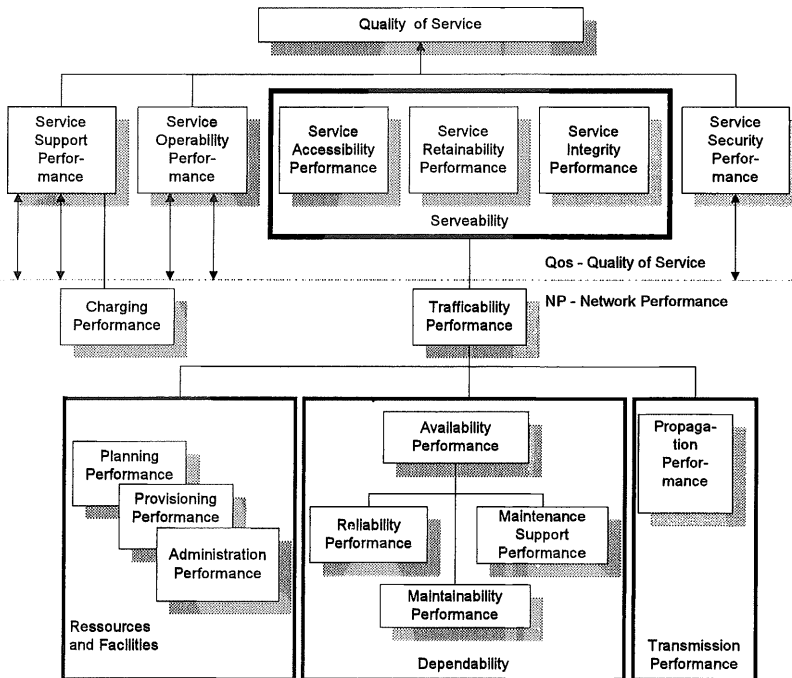


Abbildung 6: Modell der Qualitätskonzepte in ITU-T E.800 (siehe /7/)

Mit den in der ITU-T E. 800 festgelegten Konzepten und in Verbindung mit weiteren Recommendations der E-Serie ist ein Rahmen für die Beschreibung des QoS geschaffen worden. Prinzipiell ist es damit möglich ein QoS-Konzept für den Dienst „Virtuelles Unternehmen“ zu entwickeln. Vorteilhaft ist hier die Berücksichtigung der Beziehung zwischen der Qualität eines Dienstes und den leistungsbeeinflussenden Eigenschaften

der Netz- und Systemkomponenten. Allerdings werden in diesem Standard lediglich die Qualitätskategorien, Kenngrößen und Rollen genannt. Die Beziehungen zwischen den Rollen bzgl. der Qualitätssicherung werden dagegen nicht beschrieben.

4.2 General Aspects of Quality of Service (QoS) and Network Performance (NP) - ETR 003

Auf der Grundlage des ITU-T Standards E. 800 von 1988 entwickelte die ETSI (European Telecommunications Standards Institute) im ETSI Technical Report ETR 003 (siehe /5/) ein eigenes Konzept in dem Quality of Service und Network Performance miteinander in Beziehung gebracht werden. Darüber hinaus sind die Sichtweisen von *customer*, *network* und *service provider* sowie *user* berücksichtigt:

<i>customer:</i>	<i>The party that pays for the telecommunication service provided.</i>
<i>network provider:</i>	<i>An organisation that provides a network for the provision of telecommunications service. If the same organisation offers services it also becomes the service provider.</i>
<i>service provider:</i>	<i>An organisation that offers a telecommunications service to the customer and/or user. A service provider need not be a network provider.</i>
<i>user:</i>	<i>The party that makes use of the telecommunication services provided.</i>

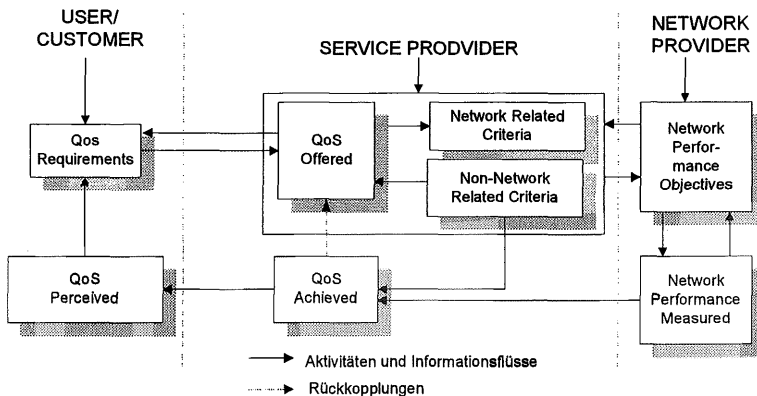


Abbildung 7: Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Sichtweisen des QoS

Ausgangspunkt ist auch hier die Definition für die Kategorie Quality of Service aus [7]:

QoS: The collective effect of service performance which determine the degree of satisfaction of a user of the service.

Auch hier gilt, daß das Qualitätsempfinden des *users* selektiv und „verbindungsorientiert“ ist, während *service provider* und *network provider* die Qualität der Funktionsweise der Netzelemente und des Netzes, d.h. die *network performance* betrachten.

Neu ist gegenüber E.800 der Begriff der *Service Performance*: *Service performance is a statement of performance of a telecommunications service expressed in parameters, applicable to the service, together with values for those parameters.*

Diese Parameter sind anwendbar für QoS, technische und nicht-technische Merkmale eines Dienstes.

Beispiel dafür sind:

1. Die Nichtverfügbarkeit eines Dienstes ist in 90 % aller Fälle in „x“ Stunden beseitigt oder
2. ein Dienst ist in „n“ Regionen eines Landes verfügbar.

Für die Beziehung zwischen QoS und NP gilt weiterhin, daß für die QoS Kriterien sowohl netzbezogene als auch nicht netzbezogene Kriterien verwendet werden können. Für die Beschreibung der netzbezogenen Kriterien sind entsprechende Parameter zu definieren und ihre Zielgrößen oder Wertebereiche zu spezifizieren.

Die ETR 003 erlaubt die Ableitung von QoS-Kenngrößen für unterschiedliche Sichtweisen und ist prinzipiell für alle Dienste anwendbar. Er ist der einzige Standard der Rollen definiert und beschreibt, welche Wechselwirkungen zwischen ihnen bzgl. des QoS existieren. Die Beschreibung dieser Wechselwirkung zwischen Nutzer/Kunde, Service und Network Provider sowie die Methoden zur Entwicklung eines QoS-Konzeptes scheinen, wenn auch aufwendig, so doch praktikabel zu sein.

4.3 IT-QoS: Framework (ITU-T X. 641/642)

In diesen Standards wird eine von den bisher definierten QoS-Kategorien abweichende Beschreibung entwickelt. Der Betrachtungsgegenstand sind QoS Eigenschaften von IT-Systemen, wie sie in der X-Serie beschrieben werden. Basis der hier vorliegenden Empfehlungen ist die Betrachtung der Beziehungen zwischen einer spezifischen QoS-Definition und dem OSI-Referenzmodell sowie dem Referenzmodell für Open Distributed Processing.

Obgleich auch hier Nutzer und Service Provider berücksichtigt werden, beziehen sich die Festlegungen nicht auf reale Systeme und Personen. Im Gegensatz zu den Festlegungen der E-Serie wird hier anstelle von Network Performance der Begriff der System Performance eingeführt.

Ziel dieser Standards ist die Fixierung von Rahmenbedingungen für die Integration von QoS-Forderungen in die Entwicklung neuer Systeme und Anwendungen.

Basierend auf der Empfehlung ITU-T X. 902 | ISO/IEC 10746-2 wird im Basisreferenzmodell für Open Distributed Processing für den Begriff QoS folgende Definition festgelegt:

Quality of Service (QoS): A set of qualities related to the collective behavior of one or more objects.

Bei der Definition von QoS-Charakteristiken und der Festlegung von Parametern wird zwischen Spezialisierung und Ableitung unterschieden. Gleichzeitig werden „levels of agreements“ of QoS vorgeschlagen:

- Best efforts (keine Garantien für ein bestimmtes Qualitätsniveau)
- Compulsary (vorgeschriebenes Qualitätsniveau)
- Guaranteed (garantiertes Qualitätsniveau)

Die in diesen und weiteren Recommendations dieser Serie fixierten Empfehlungen können als Orientierung zur Implementierung von QoS-Anforderungen bei der Entwicklung neuer Dienste dienen. Der Bezug auf das OSI- und ODP-Basisreferenzmodell ist eine Voraussetzung für die Universalität der Anwendbarkeit dieser Standards. Auch hier ist die Umsetzung der Empfehlung auf den konkreten Dienst "Virtuelle Unternehmen" notwendig.

4.4 IETF (Internet Engineering Task Force)

Ähnlich wie bei der ITU-T, dem IEEE oder ISO/IEC werden seit einigen Jahren bei der IETF umfangreiche Arbeiten zum Problemkreis QoS durchgeführt. Dies resultiert aus der Forderung an das Internet nach isochronen Kommunikationsformen, wie sie bei der Telefonie oder bei multimedialer Kommunikation notwendig sind.

Das Internet und da insbesondere das IP-Protokoll, ist in seiner klassischen Form nicht für solche zeitkritischen Kommunikationen entwickelt worden. Das im zur Zeit nutzbaren Internet vorherrschende Qualitätsprinzip ist "best effort". Das bedeutet, die Vergabe der Netz- und Systemressourcen erfolgt sporadisch, ohne daß für die Kommunikation zwischen Nutzern oder Nutzer und System Qualitäts- und Leistungsgarantien gegeben werden.

In /15/ bis /18/ und /21/ bis /28/ sind wesentliche Aktivitäten zur Entwicklung eines QoS-Konzeptes und dessen praktische Umsetzung dargestellt.

Der Focus der Arbeiten liegt naturgemäß auf der Protokollfamilie TCP/IP. Diese bildet die Transportplattform für alle Internetanwendungen. Darüber hinaus gilt, daß ca. 70 % des gesamten LAN- und WAN-Verkehrs heute schon über TCP/IP abgewickelt wird. Die Tendenz ist steigend (/21/). Diese Protokolle waren jedoch nicht für den Einsatz als Kommunikationsprotokolle für Multiservice- und Multimedia-Anwendungen sowie Sprachkommunikation vorgesehen. Damit sind auch keine QoS-Sicherungsmechanismen vorhanden. Durchsatz, Verzögerungen oder Schwankungen der Verzögerung der IP-Pakete sind lastabhängig und damit zufällig. Paketverluste werden erst in der TCP-Ebene erkannt und durch wiederholte Übertragungen kompensiert.

Im IETF arbeiten unterschiedliche Arbeitsgruppen am der Schaffung von Konzepten, für die Sicherung von Quality of Service in IP-Netzen.

In /18/ wird eine Definition für Quality of Service wie folgt gegeben:

QoS means providing consistent, predictable data delivery service satisfying customer application requirements.

und

QoS is the ability of a network element (e.g. an application, host or router) to have some level of assurance that its traffic and service requirements can be satisfied. The enable QoS requires the cooperation of all network layers from top-to-bottom, as well as every network element from end-to-end.

Die hier vorliegenden Standards beziehen sich auf einen begrenzten, wenn auch wichtigen Teil eines Dienstes. Die Sicherung der Leistungsfähigkeit der Kommunikationsprotokolle ist eine entscheidende Voraussetzung für eine hohe Network Performance (NP) und damit für eine entsprechende Quality of Service. Bezogen auf die Rec. ITU-T E. 800 sind die genannten Verfahren in den Bereich Trafficability einzuordnen. Sie dienen der Verbesserung des Grade of Service und damit letztlich auch der Quality of Service. Damit ist die Bezeichnung "IP-QoS" nicht zutreffend.

Unabhängig davon handelt sich hierbei nicht nur um abstrakte Begriffs- und Methodenkonstrukte sondern um konkrete, in der technischen Umsetzung befindliche Verfahren. Komponenten für Internet und Intranets befinden sich gegenwärtig in der Erprobung.

5 Aspekte zukünftiger QoS-Konzepte

Die in Abschnitt 3 genannten Frameworks und Methoden zur Beschreibung und Beeinflussung des QoS sind in unterschiedlichem Maße geeignet, ein QoS-Konzept für den Dienst „Virtuelle Unternehmen“ zu entwickeln. In Abbildung 8 werden die Bereiche gezeigt, die von den genannten Empfehlungen und Standards inhaltlich erfaßt sind.

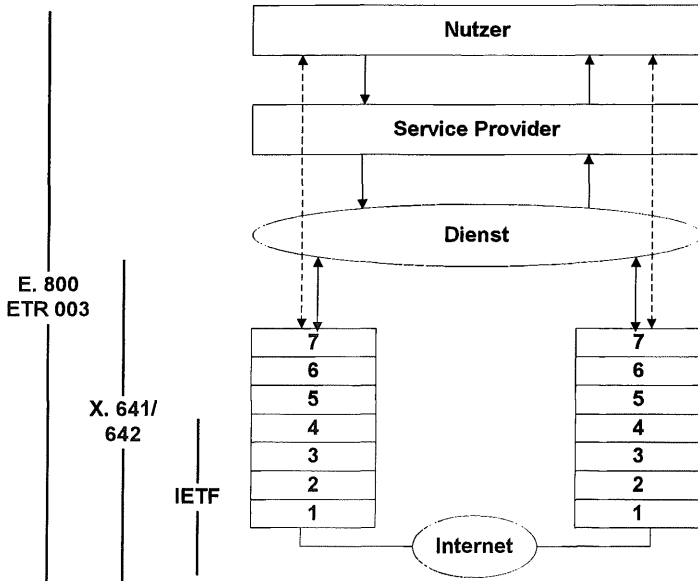


Abbildung 8: Definitionsbereich der Empfehlungen und Standards zum Quality of Service

Grundsätzlich gilt, daß für die Entwicklung eines QoS-Konzeptes für "Virtuelle Unternehmen" die praktikablen und theoretisch konsistenten Teile der einzelnen Standards und Empfehlungen miteinander integriert werden sollten.

Folgende konzeptionellen Schritte sind für die Gestaltung eines QoS-Konzeptes und seine Umsetzung notwendig:

1. Festlegung des Bezugsrahmens und des Beschreibungsbereiches
2. Definition der Komponenten und Beteiligten
3. Definition der Begriffe, Kategorien, Kenngrößen und Parameter
4. Modellierung der Wechselwirkung der Komponenten
5. Bestimmung von Grenzwerten für die Kenngrößen und Parameter

6. Festlegung von Erfassungsverfahren
7. Gestaltung einer Betriebsstrategie zur Sicherung des QoS
8. Entwicklung von Gestaltungsrichtlinien für die System- und Netzdimensionierung sowie die Softwareimplementierung.

zu 1) Der Bezugsrahmen des Konzeptes sollte den Dienst in seiner Gesamtheit erfassen.

Dies gilt:

- für alle Funktionen und Dienstmerkmale,
- für alle integrierten Kommunikationsformen,
- für alle Hard- und Softwarekomponenten.

zu 2) Unter Komponenten sind hier

- alle Softwaremodule der Anwendungsprogramme,
- das Betriebssystem,
- Kommunikationsprotokolle,
- die Datenbanken,
- Bedienoberflächen,
- Sicherheitsmechanismen,
- die Hardware (Server, PC),
- Übertragungsmedien,
- Netzzugänge,
- das Netz (Internet) zu verstehen.

Zu den Beteiligten zählen

- Nutzer / Kunde
- Service Provider
- Netzbetreiber
- Lead Adviser.

zu 3) Folgende Kategorien sind zu definieren und mit meß- und beeinflussbaren Parametern

zu untersetzen:

- Quality of Service,
- Network Performance,
- System Performance,
- Service Support Performance,
- Serveability
- Service Security Performance
- Charging Performance

- Trafficability
 - Dependability
 - Propagation Performance
 - Ressources and Facilities
- zu 4) Bei der Modellierung wird die Wechselwirkung der Hard- und Software-Komponenten bei der Bedienung von Forderungen und im Störfall abgebildet. Die dabei berechneten Kenngrößen sind Bestandteil des QoS-Konzeptes. Die berechneten Werte sind Zielgrößen, die im praktischen Betrieb erreicht werden sollten.
- zu 5) Die Festlegung von Grenzwerten erfolgt einerseits nach international verbindlichen Normen und andererseits nach den Forderungen der Nutzer.
- zu 6) Die Überwachung der QoS-Kenngrößen erfolgt durch spezielle Monitoringsoftware in Verbindung mit geeigneten Networkmanagement-Systemen.
- zu 7) Die Sicherung eines wirtschaftlich vertretbaren QoS-Niveaus erfolgt durch die Umsetzung einer geeigneten Betriebsstrategie. Diese ist für den Dienst zu entwickeln.
- zu 8) Bestandteil des QoS-Konzeptes sind Regeln für die Gestaltung der Anwendersoftware. Dies gilt insbesondere für die Integration neuer Kommunikationsfunktionen und Komponenten zur Unterstützung der Geschäftsprozesse.

Der QoS aus der Sicht des Nutzers ist verbindungs- und anwendungsorientiert. Durch das Verhalten der Nutzer bei der Inanspruchnahme des Dienstes beeinflussen diese den Quality of Service. Service Provider müssen in Zusammenarbeit mit dem Netzbetreiber für die Einhaltung eines vorgegebenen Qualitätsniveaus sorgen. Dies geschieht bei der Dimensionierung der Netz- und Systemressourcen und durch deren Betreiben.

6 Zusammenfassung

Der Wettbewerb der Anbieter von Informations- und Kommunikationsdiensten wird in Zukunft durch zwei Größen bestimmt werden: die Qualität und die Kosten eines angebotenen Dienstes. Mit dem Client-Server-Informationssystem *PVU-Globana*, das in Kooperation zwischen der Forschungsgruppe „Entwurfsmethoden und Werkzeuge für Anwendungssysteme“ und der Globana Teleport GmbH entwickelt wurde, liegt ein komplexer Dienst für das Internet vor. Ein solcher Dienst wird vom Kunden nur benutzt, solange die von ihm geforderte Qualität zu akzeptablen Preisen angeboten wird. Das heißt, es wird in Zukunft nicht genügen, lediglich innovative Dienste zur

Unterstützung virtueller Gemeinschaften anzubieten. Vielmehr wird die Kombination aus garantierter Qualität und Preis eines Dienstes ein Alleinstellungsmerkmal des Anbieters bzw. ein wichtiges Verkaufsargument werden.

In diesem Beitrag haben wir versucht, ausgewählte Ansätze zur Beschreibung und Bewertung des *Quality of Service* vorzustellen und die Bedeutung dieser Betrachtungen für den Erfolg von Diensten zur IT-Unterstützung von virtuellen Unternehmen herauszuheben. Die hier genannten Standards stellen nur einen Ausschnitt aus dem breiten Spektrum der Arbeiten zu diesem Thema dar und verfolgen sehr unterschiedliche Konzepte. Jeder dieser Standards bringt interessante und notwendige Werkzeuge zur Beschreibung und Sicherung der QoS hervor. Sie reichen jedoch nicht für einen konsistenten und umfassenden QoS-Standard aus.

Die Entwicklung eines komplexen IuK-Dienstes setzt ein umfassendes QoS-Konzept für alle Beteiligten – Entwickler, Network Provider, Service Provider, Nutzer und Kunde – voraus, wofür allgemein anerkannte Parameter zur Spezifikation der Qualität notwendig sind. Diese Parameter und ihre Bewertung fungieren als Richtgrößen für die Weiterentwicklung sowie für das Betreiben komplexer Dienste. Ein QoS-Konzept kann darüber hinaus Grundlage einer qualitätsabhängigen Tarifierung von Diensten sein. Für den Entwickler hat das die Konsequenz in ihrer Performance parametrisierbare Dienste zur Verfügung zu stellen – z.B. Normal- und Premiumdienste.

Literatur

- /1/ Mertens, P., Griesse, J., Ehrenberg, D. (editors); Virtuelle Unternehmen und Informationsverarbeitung; Springer-Verlag 1998
- /2/ Engeliens, M., Neumann, D., Halatchev, M., Pretzsch, W., Thiel, F.; Pflichtenheft zur Entwicklung der PVU-Globana-Software zur Unterstützung Virtueller Unternehmen; EMW der TU Dresden / Globana Teleport GmbH Leipzig 1999
- /3/ Pretzsch, W.; Softwareentwicklung zur Unterstützung virtueller Unternehmenskooperation und Abrechnung themenbezogener Dienstleistungen im Verbund von Call-Centern und KMU's; Zwischenbericht zum Forschungsvorhaben, Globana Teleport GmbH, Leipzig 1999
- /4/ Pretzsch, W.; Aspekte des Quality of Service (QoS) bei der Gestaltung Virtueller Unternehmen; Vortrag beim 2. Workshop "PVU Globana"; Globana Teleport GmbH, Leipzig 1999
- /5/ ETSI; ETR 003; Network Aspects (NA); General aspects of Quality of Service (QoS) and Network Performance (NP); October 1994

-
- /6/ ETSI; ETR 138; Network Aspects (NA); Quality of Service indicators for Open Network Provision (ONP) of voice telephony and Integrated Services Digital Network (ISDN); December 1997
 - /7/ ITU-T; E.800 Terms and definitions related to Quality of Service and Network Performance including dependability; (08/94)
 - /8/ ITU-T; E.550 Grade-of-Service and new performance criteria under failure conditions in international telephone exchange; (03/93)
 - /9/ ITU-T; X.641 Information technology - Quality of Service: Framework (SERIES X: DATA NETWORKS AND OPEN SYSTEM COMMUNICATION - OSI networking and system aspects - Quality of Service) (12/97)
 - /10/ ITU-T; X.642 Information technology - Quality of Service - Guide to methods and mechanisms (SERIES X: DATA NETWORKS AND OPEN SYSTEM COMMUNICATIONS - OSI networking and system aspects - Quality of Service) (09/98)
 - /11/ ITU-T; E. 430 Quality of Service Framework, Geneva 1992
 - /12/ ITU-T; E. 529 Network dimensioning using end-to-end GOS objectives (SERIES E: OVERALL NETWORK OPERATION, TELEPHONE SERVICE, SERVICE OPERATION AND HUMAN FACTORS) (05/97)
 - /13/ ITU-T; E. 600 Terms and definitions of traffic engineering (03/93)
 - /14/ ITU-T; X.140 General quality of Service parameters for communication via public data networks (09/92)
 - /15/ Stardust.com; QoS protocols & architectures, White Paper <http://www.stardust.com/QoS/whitepapers/protocols.htm>
 - /16/ Stardust.com; Introduction to QoS Policies, White Paper <http://www.stardust.com/QoS/whitepapers/>
 - /17/ Stardust.com; The need for QoS, White Paper <http://www.stardust.com/QoS/whitepapers>
 - /18/ Stardust.com; IP QoS FAQ <http://www.stardust.com/QoS/whitepapers>
 - /19/ ETSI; TR 101 329 V2.1.1. Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS) (1999-06)

-
- /20/ Do, V.; Nguyen, D.; Virtuelle Gemeinschaften - Infrastruktur und Technologiein: Engelen, M.; Bender, K. (Hrsg.) Gemeinschaften in Neuen Medien, GeNeMe98, Dresden 1998
 - /21/ Kothe, R.; Multiservice-Qualitätskontrolle LANline 9/1999
 - /22/ Fromme, M.; Quality of Service im Internet - Verfahren zur Zusicherung und Kontrolle von Betriebsparametern in Paketnetzen RRZN/RVS, Universität Hannover 1998
 - /23/ Fishburn, M.; Verifying Quality of Service NetCom Systems
<http://www.netcomsystems.com/iBand>
 - /24/ Stephenson, A.; A Model for End-to-End Internet QoS IBand2, Xedia Corporation, San Francisco, 1999
 - /25/ Braun, T., Differentiated Services - ein neuer Ansatz zur Unterstützung von QoS im Internet, GI-Fachgespräch über Quality of Service am 12./13. Mai 1998 in Mannheim
 - /26/ UNC; IP Quality of Service: IntServ and DiffServ
<http://www.unc.edu/~gogan/QoS/>
 - /27/ Berent, Y.; A Framework for Differentiated Services. Internet Draft, Feb. 1999
<http://www.ietf.org/internet-draft...ft-ietf-diffserv-framework-02.txt>
 - /28/ Bernet, Y., Smith, A., Blake, S. ; A Conceptual Model for Diffserv Routers; Internet Draft, Dec. 1998; <http://www.ietf.org/internet-draft-ietf-diffserv-model-00.txt>
 - /29/ Ferguson, P., Huston, G.; Quality of Service - Delivering QoS on the Internet and in Corporate Networks, John Wiley & Sons, Inc. New York 1998
 - /30/ Goldmann, S.L., Nagel, R.N., Preiss, K., Warnecke, H.J.; Agil im Wettbewerb - Die Strategie der virtuellen Organisation zum Nutzen des Kunden, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg 1996

